

**PUB-NO:** EP000457176A2  
**DOCUMENT-  
IDENTIFIER:** EP 457176 A2  
**TITLE:** Active noise reduction system for the interior of  
motor vehicles.

**PUBN-DATE:** November 21, 1991

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
LANGE, BERNHARD	DIPL-ING DE
HIERONIMUS, KLAUS	DR-ING DE

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
OPEL ADAM AG	DE

**APPL-NO:** EP91107463

**APPL-DATE:** May 8, 1991

**PRIORITY-DATA:** DE04015313A (May 12, 1990)

**INT-CL (IPC):** G10K011/16

**EUR-CL (EPC):** G10K011/178

**US-CL-CURRENT:** 381/86

**ABSTRACT:**

The invention relates to an active noise reduction system for the interior of motor vehicles and other means of transport, having noise sensors (microphones) (1a, 1b), loudspeakers (2a, 2b) and at least one control device (3) which contains the output signal of the noise sensors as an actual variable and emits control signals which act on the loudspeakers, the noise-reduced spatial area being under the influence of two or more differently acting subsystems. In these

subsystems, the spatial distance between loudspeaker and microphone is relatively small (1b, 2b) ("near field") or large (1a, 2a) ("far field"). The frequencies for the near field which are to be processed by the control device (3) are above a characteristic threshold frequency  $f_g$  and those for the far field are below said threshold frequency. The two subsystems are complementary in their mode of operation in accordance with the vehicle conditions.



⑫

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: 91107463.1

⑮ Int. Cl. 5: G10K 11/16

⑭ Anmeldetag: 08.05.91

⑯ Priorität: 12.05.90 DE 4015313

⑰ Erfinder: Lange, Bernhard, Dipl.-Ing.

⑯ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
21.11.91 Patentblatt 91/47

Aleemannenstrasse 6

W-6090 Rüsselsheim(DE)

⑯ Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT

Erfinder: Hieronimus, Klaus, Dr.-Ing.

Wingertsweg 13

W-6104 Seehelm(DE)

⑰ Anmelder: Adam Opel Aktiengesellschaft  
Bahnhofsplatz 1 Postfach 17 10  
W-6090 Rüsselsheim(DE)

⑯ Vertreter: Bergerin, Ralf, Dipl.-Ing. et al  
Adam Opel Aktiengesellschaft Bahnhofplatz  
1 Postfach 17 10  
W-6090 Rüsselsheim(DE)

### ④ Aktives Geräuschminderungssystem für den Innenraum von Kraftfahrzeugen.

⑤ Die Erfindung betrifft ein aktives Geräuschminde-  
rungssystem für den Innenraum von Kraftfahrzeu-  
gen und anderen Verkehrsmitteln mit Geräuschsen-  
soren (Mikrofonen)<sup>1</sup> (1a, 1b), Lautsprechern (2a, 2b)  
und mindestens einer Regeleinrichtung (3), die als  
Istgröße das Ausgangssignal der Geräuschsensoren  
erhält und die Lautsprecher beaufschlagende Stellsi-  
gnale abgibt, wobei der geräuschreduzierte Raum-  
bereich unter dem Einfluß zweier oder mehrerer  
unterschiedlich wirkender Teilsysteme steht. Bei die-

sen Teilsystemen ist der räumliche Abstand zwi-  
schen Lautsprecher und Mikrofon relativ klein (1b,  
2b) ("Nahfeld") bzw. groß (1a, 2a) ("Fernfeld"). Die  
von der Regeleinrichtung (3) zu verarbeitenden Fre-  
quenzen für das Nahfeld sind oberhalb und die für  
das Fernfeld unterhalb einer charakteristischen  
Grenzfrequenz  $f_g$ . Die beiden Teilsysteme ergänzen  
sich in ihrer Arbeitsweise entsprechend den Fahr-  
zeugbedingungen.

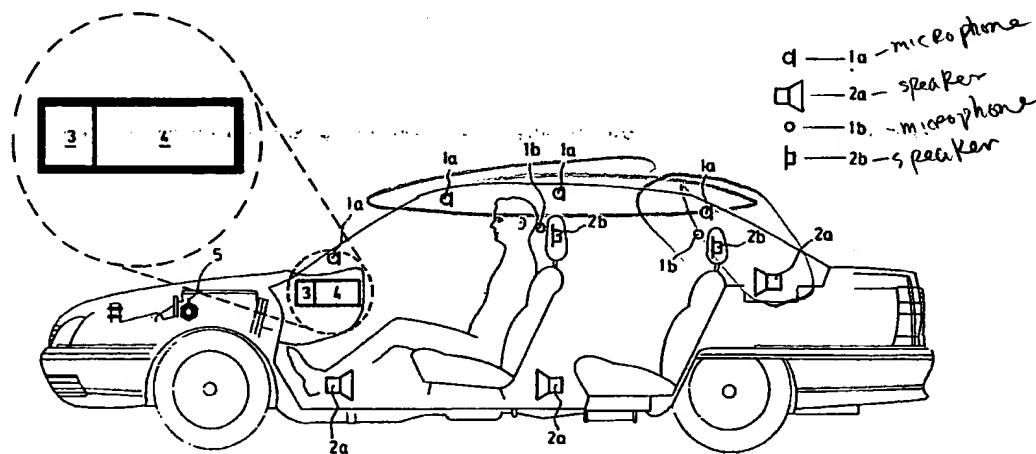


Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein aktives Geräuschminderungssystem für den Innenraum von Kraftfahrzeugen und anderen Verkehrsmitteln mit mindestens einem Geräuschsensor oder Mikrofon, mindestens einem Lautsprecher und mindestens einer Regeleinrichtung, die als Istgröße das Ausgangssignal des Geräuschsensors oder Mikrofons erhält und ein den Lautsprecher beaufschlagendes Stellsignal abgibt, wobei der räumliche Abstand zwischen Lautsprecher und Mikrofon relativ klein ("Nahfeld") bzw. groß ("Fernfeld") sein kann.

Aus der EP 0 342 353 ist ein Geräuschminderungssystem für Kraftfahrzeuge bekannt, bei dem die Mikrofone in einem Helmholtz-Resonator angeordnet sind. Die Lautsprecher befinden sich dabei an Orten maximalen Schalldruckes wie im vorderen Fußbereich oder der Hutablage. Der Helmholtz-Resonator ist dabei auf die zu dämpfende Kohlraumeigenfrequenz abgestimmt.

Weitere bekannte Regeleinrichtungen der gattungsmäßigen Art leiten aus der Zündfrequenz der Brennkraftmaschine über einen Sensor ein Referenzsignal ab, mit dem eine Kompensation der Schallfeldstruktur bewirkt werden soll.

Den bekannten Systemen ist gemeinsam, daß die Abstrahlung sehr tiefer Frequenzen relativ große Lautsprecher erforderlich macht, und bei höheren Frequenzen (ab 150 Hz) sind sehr viele Lautsprecher erforderlich bzw. in Ohrennähe vorteilhaft. Entsprechend wächst der Kosten- und Rechenaufwand. Die elektrische Stabilität des Regelkreises wird problematischer.

Daher liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Frequenzkompensationssystem anzugeben, das kostengünstiger und technisch praktikabler handhabbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß mindestens zwei Teilsysteme mit jeweils mindestens einem Geräuschsensor oder Mikrofon und einem Lautsprecher, je eines für das "Nahfeld" und eines für das "Fernfeld" vorhanden sind, daß die von der Regeleinrichtung zu verarbeitenden Frequenzen für das Nahfeld oberhalb und für das Fernfeld unterhalb einer charakteristischen Grenzfrequenz  $f_g$  liegen, und daß auf mindestens einen bestimmten Innenraumbereich sowohl nach dem Nahfeldverfahren als auch nach dem Fernfeldverfahren eingewirkt wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann vorgesehen sein, daß die durch die Grenzfrequenz  $f_g$  gebildeten Frequenzbänder teilweise überlappen und im Frequenzüberlappungsbereich dasjenige System dominiert, das entsprechend der Schallfeldstruktur wirkungsvoller arbeiten kann. Das dem Fernfeld- bzw. Nahfeldverfahren zugeordnete Frequenzband kann schmalbandig bzw. breitbandig sein oder umgekehrt.

Dabei können die beiden nach Nah- bzw. Fern-

feldverfahren arbeitenden Teilsysteme entweder unabhängig voneinander arbeiten und nur über das zu mindernde Schallfeld miteinander gekoppelt sein oder aber eine gemeinsame Regeleinheit benutzen oder auch jeweils eigene, aber untereinander gekoppelte Regeleinheiten besitzen.

Das erfindungsgemäße Geräuschminderungssystem hat den wesentlichen Vorteil, daß es vom Regelungstechnischen Aufwand her zu besserer Kompensation führt und mit weniger Komponenten wirkungsvoll arbeitet und weniger störanfällig ist hinsichtlich der Stabilität des Regelkreises.

Die Erfindung wird im folgenden anhand schematischer Zeichnungen und eines Ausführungsbeispieles näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 die Schallbeeinflussung des Fahrgastinnenraumes entsprechend der Ausführung Nahfeld - Fernfeld,
- Fig. 2 das Frequenzband für Nah- bzw. Fernfeld,
- Fig. 3 das Frequenzband mit Überlappungsbereich.

Das in Figur 1 dargestellte schematische aktive Geräuschminderungssystem setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen: 1a und 2a sind Mikrofone bzw. Lautsprecher für den Fernfeldbereich, während 1b und 2b Mikrofone bzw. Lautsprecher für den Nahfeldbereich darstellen. Mit 3 ist die elektronische Regeleinheit der aktiven Geräuschminderungseinheit ANC (Active Noise Control) gekennzeichnet, die beispielsweise im Gehäuse 4 eines Autoradios angeordnet sein kann. Die Bezugsziffer 5 bezeichnet einen Tacho-Sensor, aus dem ein Referenzsignal proportional der Zündfrequenz abgeleitet werden kann, um ein Bezugssignal für die ANC (Active Noise Control) zu generieren.

Die für die Fernfeldkompensation vorgesehnen Lautsprecher bzw. Mikrofone sind räumlich zueinander relativ weit beabstandet, indem die Lautsprecher beispielsweise im unteren Fußbereich für Vorder- und Rücksitz und auf der Hutablage angeordnet sind, während die korrespondierenden Mikrofone im oberen Kopfbereich ab Armaturentafelhöhe und darüber angeordnet sein können. Für den Nahfeldbereich sind die Lautsprecher und korrespondierenden Mikrofone relativ nah beabstandet und in Kopfnähe von beispielsweise Fahrer bzw. Beifahrer oder den Fondpassagieren im Bereich der Kopfstützen bzw. Türholme angeordnet. Durch diese Anordnung wird der obere Bereich des Passagierraums nach dem Fernfeld- und der Bereich des Fahrers bzw. Beifahrers respektive der Bereich der Fondpassagiere zusätzlich nach dem Nahfeldverfahren beeinflußt.

Das erfindungsgemäße aktive Geräuschminderungssystem (ANC) für den Innenraum von Kraft-

fahrzeugen teilt die zu verarbeitenden Frequenzen in zwei Frequenzbänder ein, die durch eine charakteristische Grenzfrequenz  $f_g$  voneinander unterschieden werden. Das für das Fernfeld charakteristische Frequenzband  $A_0$  (Fig. 2) liegt unterhalb, das für das Nahfeld charakteristische Frequenzband  $B_0$  oberhalb einer Grenzfrequenz von 100 bis 400 Hz. Im Bereich der Grenzfrequenz  $f_g$  können die beiden Frequenzbänder  $A_1, B_1$  (Fig. 3) teilweise überlappen.

Die elektronische Kontroll- und Regeleinheit für Nah- bzw. Fernfeld besteht vorzugsweise aus einem Signalprozessor, der beide Felder gemeinsam beeinflußt, wobei die beiden Teilsysteme über dezentrale interaktive Logiken gekoppelt sind und beide digital oder analog oder zum Teil digital und zum Teil analog arbeiten.

Das erfindungsgemäße Geräuschminderungssystem läßt sich außer in Kraftfahrzeugen auch z. B. in Flugzeugen und anderen Verkehrsmitteln, überall dort, wo Abroll-, starke Wind- und Antriebsmaschinengeräusche entstehen, einsetzen.

#### Patentansprüche

1. Aktives Geräuschminderungssystem für den Innenraum von Kraftfahrzeugen und anderen Verkehrsmitteln mit mindestens einem Geräuschsensor oder Mikrofon, mindestens einem Lautsprecher und mindestens einer Regeleinrichtung, die als Istgröße das Ausgangssignal des Geräuschsensors oder Mikrofons erhält und einen Lautsprecher beaufschlagendes Stellsignal abgibt, wobei der räumliche Abstand zwischen Lautsprecher und Mikrofon relativ klein ("Nahfeld") bzw. groß ("Fernfeld") sein kann, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Teilsysteme mit jeweils mindestens einem Geräuschsensor oder Mikrofon und einem Lautsprecher, je eines für das "Nahfeld" und eines für das "Fernfeld" vorhanden sind, daß die von der Regeleinrichtung zu verarbeitenden Frequenzen für das Nahfeld oberhalb und für das Fernfeld unterhalb einer charakteristischen Grenzfrequenz ( $f_g$ ) liegen, und daß auf mindestens einen bestimmten Innenraumbereich sowohl nach dem Nahfeldverfahren als auch nach dem Fernfeldverfahren eingewirkt wird.
2. Aktives Geräuschminderungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzfrequenz ( $f_g$ ) zwischen 100 und 400 Hz liegt.
3. Aktives Geräuschminderungssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenzbereiche von Nah- und Fernfeld

teilweise überlappen.

4. Aktives Geräuschminderungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der obere Bereich des Passagierraums des Kraftfahrzeugs in Kopfhöhe aller Passagiere nach dem Fernfeldverfahren und der Bereich des Fahrers bzw. Beifahrers auf den Vordersitzen zusätzlich nach dem Nahfeldverfahren beeinflußt wird.
5. Aktives Geräuschminderungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Frequenzüberlappungsbereich dasjenige System dominiert, das entsprechend der Schallfeldstruktur wirkungsvoller arbeiten kann.
6. Aktives Geräuschminderungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Fernfeldverfahren schmalbandig und das Nahfeldverfahren breitbandig wirkt.
7. Aktives Geräuschminderungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Fernfeldverfahren breitbandig und das Nahfeldverfahren schmalbandig wirkt.
8. Aktives Geräuschminderungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß beide nach Nah- bzw. Fernfeldverfahren arbeitenden Teilsysteme unabhängig voneinander arbeiten und nur über das zu mindernde Schallfeld miteinander gekoppelt sind.
9. Aktives Geräuschminderungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß beide nach Nah- bzw. Fernfeldverfahren arbeitenden Teilsysteme über eine gemeinsame Regeleinheit (Signalprozessor) das Schallfeld mindern.
10. Aktives Geräuschminderungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden nach Fern- bzw. Nahfeldverfahren arbeitenden Teilsysteme über dezentrale, interaktive Logiken gekoppelt sind und beide digital oder analog oder zum Teil digital und zum Teil analog arbeiten.

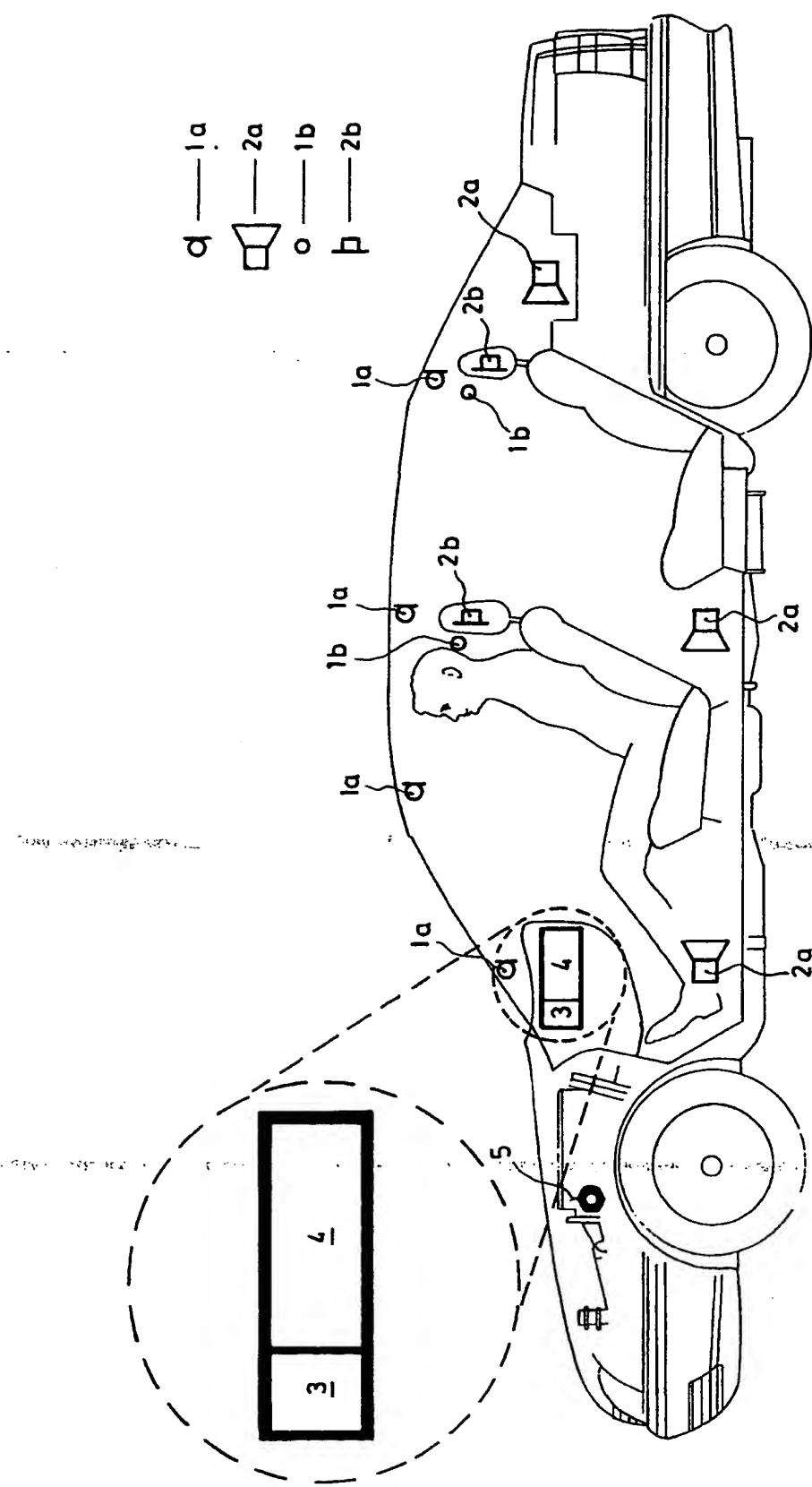


Fig. 1

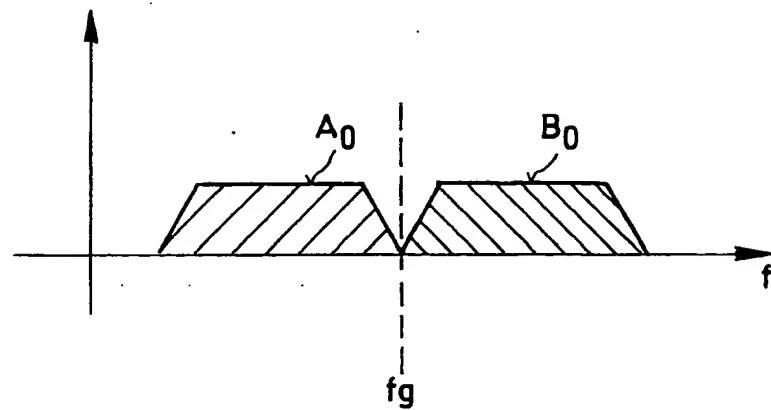


Fig. 2

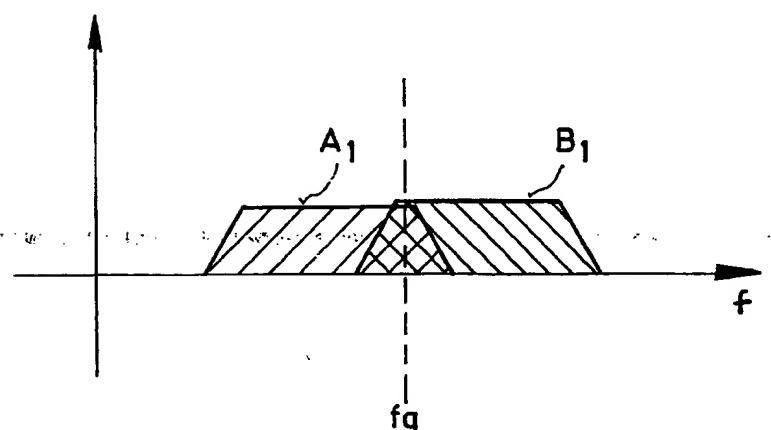


Fig. 3